
ECOLOGICAL MORPHOLOGY AND PHYSIOLOGY OF PLANTS



E. G. Tyulkova ✉

Cand.Sci. (Biol.), Assoc. Prof.

UDK 581.4:638.234

*Belarusian trade and economic university
of consumer cooperatives,
pr. October, 50, Gomel, Belarus, 246029*

MORPHOLOGICAL PARAMETERS LEAVES WOODY PLANTS IN AN URBAN ENVIRONMENT (ON GOMEL EXAMRLE)

Abstract. At present much attention is paid to the investigation of the indicative features of organisms on the whole and vegetative objects in particular.

However, it should be noted that sources of toxic elements distributed unevenly on the territories and having various character and intensity in the form of the enterprises and constructions create rather motley picture of environmental pollution both by structure of pollutants, and by their concentration. Therefore an important scientific problem is the examination not only of changes in conditions of technogenic influence in general, but the research of dependence of intensity of morphological plants parameters change on structure and concentration of chemical pollutants in the environment, and also the assessment of possible consequences of pollutants accumulation in vegetative objects. This was the aim of this work.

To perform the work used landscape-geochemical analysis include, extending the definition of the emission factor load, characteristic technogene sources of pollution in the form of industrial plants, evaluation of storage medium (vegetation). Vegetation condition was assessed by determining morphological parameters – the length and width of the leaf blade.

The article presents a comparative assessment of the anthropogenic impact level of the largest industrial enterprises on the air state in the city of Gomel. Enterprises of western and southern industrial zone have proved to make the greatest contribution to the urban air pollution. The value of the standard deviation was used to assess the degree of anthropogenic impact of industrial enterprises on morphological parameters of woody plants. This index increased in the western and southern industrial zones in the direction from the enterprises with the large volume of pollutant emissions to the enterprises with the small volume of emissions. This trend is caused by stabilizing selection action due to the environmental stress in the form of emissions of the industrial enterprises in these zones.

It is also revealed that in western and southern industrial zones the formation of the leaf blade length and width depends more on the level of anthropogenic impact of the chemical plant, combined heat and power plant, JSC «Centrolit» and JSC «Gomeldrev» compared with other companies, that should be considered when further improvement of environmental activities. The results are generally characterized by scientific novelty of the research and can be used for the purpose of indexing the level of anthropogenic impact on urban areas and further improve the methods of monitoring the state of the urban environment.

✉ Tel.: +37529-316-44-83. E-mail: tut-3@mail.ru

DOI: 10.15421/031520

Next it is planned to evaluate the morphological parameters of the leaf blade of woody plants growing in the area of two large industrial enterprises of the Gomel region – JSC «Mozyr Oil Refinery» (Mozyr), JSC «Belarusian Metallurgical Plant» (Zhlobin) and in city parklands. Then the further testing of the heavy metals content will be carried out in the samples of woody plants, grasses and soil from the territory of the industrial enterprises and parklands of the city of Gomel, Mozyr, and Zhlobin.

Keywords: *technogenesis, industrial enterprises, chemical pollutants, wood plants, length of a sheet plate, width of a sheet plate, atmospheric pollution.*

УДК 581.4:638.234

О. Г. Тюлькова

канд. біол. наук, доц.

*Білоруський торговельно-економічний університет споживчої кооперації,
просп. Жовтня, 50, м. Гомель, Білорусь, 246029,
тел.: +37529-316-44-83, e-mail: tut-3@mail.ru*

МОРФОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ЛИСТЯ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В УМОВАХ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА (НА ПРИКЛАДІ МІСТА ГОМЕЛЬ)

Анотація. У статті представлена геохімічна оцінка екологічного стану міського середовища одного з обласних центрів Білорусі – міста Гомеля – з використанням коефіцієнта емісійного навантаження, кількості техногенних джерел у вигляді промислових підприємств, їх розташування, потужності і якісного складу забруднюючих речовин у викидах. Також проводиться аналіз стану депонуючих середовищ (рослинність) шляхом визначення морфологічних параметрів листової пластинки – довжини і ширини – деревних рослин, що ростуть в зоні діяльності промислових підприємств, з використанням величини середньоквадратичного відхилення і обліком рівня техногенна дія.

Ключові слова: *техногенез, промислові підприємства, хімічні забруднювачі, деревні рослини, довжина листової пластинки, ширина листової пластинки, атмосферне забруднення.*

УДК 581.4:638.234

Е. Г. Тюлькова

канд. биол. наук, доц.

*Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации,
просп. Октября, 50, г. Гомель, Беларусь, 246029,
тел.: +37529-316-44-83, e-mail: tut-3@mail.ru*

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ)

Аннотация. В статье представлена геохимическая оценка экологического состояния городской среды одного из областных центров Беларуси – города Гомеля – с использованием коэффициента эмиссионной нагрузки, количества техногенных источников в виде промышленных предприятий, их расположения, мощности и качественного состава загрязняющих веществ в выбросах. Также проводится анализ состояния депонирующих сред (растительность) путем определения морфологических параметров листовой пластинки – длины и ширины – древесных растений, произрастающих в зоне деятельности промышленных предприятий, с использованием величины среднеквадратического отклонения и учетом уровня техногенного воздействия.

Ключевые слова: *техногенез, промышленные предприятия, химические загрязнители, древесные растения, длина листовой пластинки, ширина листовой пластинки, атмосферное загрязнение.*

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития общества экологические проблемы современности относятся к группе глобальных и связаны с интенсивным ростом промышленного производства как в отдельных странах, так и в мире в целом.

Республика Беларусь характеризуется достаточно благополучным состоянием окружающей среды (The annual review..., 2014). Однако в ряде городов наблюдается

загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы, накопление отходов производства и потребления.

Как свидетельствуют результаты собственных исследований, уровень содержания свинца и кадмия, а также железа, марганца, цинка, меди, хрома и никеля в растительных кормовых объектах птиц подтверждает необходимость исследования степени техногенного загрязнения окружающей среды (Tyulkova, 2011). Поэтому проблема экологического мониторинга и исследование индикаторных свойств организмов является актуальной.

В направлении исследования проблемы фитоиндикации в настоящее время выявлен характер произрастания и адаптивные механизмы растений в зависимости от уровня почвенного загрязнения и техногенного воздействия, а также их способность преимущественного концентрирования тех или иных химических элементов, что позволяет разработать рекомендации по озеленению территории соответствующих промышленных производств (Neverova, 2009; Ramazanova, 2012; Esenzholova, 2013).

Проведены исследования в направлении изучения тенденций изменения морфологических параметров растений: площади листовой пластинки, ее длины, ширины, длины жилок, черешка, количества устьиц под влиянием антропогенного воздействия (Ziyatdinova, 2013; Hlebova, Ereshchenko, Kuznetsov, 2014); разрабатываются методы фитоиндикации антропогенного воздействия, основанные на выявлении ассиметрии листьев и определении в листовой пластинке длины второй от основания жилки второго порядка (Mazurkin, Semenova, 2003), определении уровня накопления отдельных элементов в листьях растений (Neverova, Bykov, 2005); оцениваются тенденции изменения цвета, геометрических (форма листовой пластинки) и структурных (число визуально различимых частей: зубчики, лопасти, жилки и любые другие дискретные элементы, и их пространственное расположение) признаков листа растений в условиях произрастания в урбанизированной среде (Qu Wen-yi, Hu Chun-kui, 2012; Hikmatullina, 2013). Кроме того, внимание исследователей уделяется количеству и биологическому разнообразию эндемичных видов (Green Michael, How Ric, Padmaal, 2009); спонтанной флоре крупных урбанизированных территорий (Glukhov et al., 2009).

Однако, следует отметить, что неравномерно распределенные по территории, имеющие различный характер и интенсивность источники токсических элементов в виде предприятий и сооружений создают достаточно пеструю картину загрязнения окружающей среды как по составу загрязнителей, так и по их концентрации. Поэтому важной научной проблемой является выяснение не только изменений в условиях техногенного воздействия вообще, а зависимости интенсивности изменения морфологических параметров растений от состава и концентрации в среде химических загрязнителей, а также оценка возможных последствий накопления токсикантов в растительных объектах.

Цель исследований: установить закономерности изменения морфологических параметров растительности различных систематических групп, произрастающей вблизи промышленных предприятий города Гомеля, для последующего использования при оценке условий ее развития на урбанизированных территориях в условиях техногенного воздействия.

Задачи исследований:

1) провести геохимическую оценку экологического состояния городской среды с использованием коэффициента эмиссионной нагрузки, анализа количества техногенных источников, их расположения, мощности и качественного состава загрязняющих веществ; состояния транзитных (атмосфера) и депонирующих сред (растительность);

2) установить характер и закономерности изменения морфологических параметров древесных растений различных систематических групп, произрастающих вблизи промышленных предприятий г. Гомеля, с учетом величины среднеквадратического отклонения и в зависимости от интенсивности техногенного воздействия.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для проведения геохимической оценки экологического состояния городской среды использовался коэффициент эмиссионной нагрузки E , показывающий количество выбросов промышленных предприятий на одного жителя в год:

$$E = \frac{P}{H},$$

где P – объем выбросов промышленных предприятий, тыс. т/год; H – количество жителей города Гомеля, тыс. чел.

Для проведения геохимической оценки экологического состояния города также выявлялись источники поступления техногенных элементов. При этом определялось количество техногенных источников, их расположение, проводилась оценка объема выбросов и качественного состава загрязняющих веществ, анализировалось состояние растительности.

Состояние растительности оценивалось путем определения морфологических параметров. Объектом исследования в работе явились древесные растения, произрастающие в зоне деятельности 15 наиболее крупных промышленных предприятий города Гомеля.

Сбор материала проводили в течение вегетационного периода (июль, август) 2015 г. С каждого опытного дерева (3–5 на каждом участке) с высоты 1,5–2 м от поверхности почвы срывали по 20 неповрежденных максимально развитых листьев, у которых определяли длину, ширину листовой пластинки и величину среднеквадратического отклонения для данных параметров.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Город Гомель относится к числу важных транспортных и промышленных узлов Республики Беларусь.

Выбросы городских промышленных предприятий города обеспечивают значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха городской территории.

Согласно отчетным данным, представленным в таблице 1, тенденция изменения объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по городу Гомелю носит нестабильный характер и в целом характеризуется незначительным снижением в 2014 г. по сравнению с 2011 г. с 8,8 тыс. т до 8,6 тыс. т.

Таблица 1

Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в областных центрах Республики Беларусь за 2011–2014 гг.

Областные центры	Общие объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, тыс. т			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Брест	3,0	3,5	3,7	3,3
Витебск	4,9	4,8	3,8	3,6
Гомель	8,8	9,2	7,2	8,6
Гродно	10,7	11,9	10,6	10,0
Минск	25,7	26,6	25,1	23,5
Могилев	6,9	6,8	6,5	5,6

Из приведенных в таблице 1 данных также видно, что среди шести областных центров Беларуси город Гомель по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников занимает третье место после Минска и Гродно.

Одним из основных показателей, используемых при региональной оценке городов, является характеристика количества выбросов в расчете на одного жителя в год (таблица 2).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что город Гомель занимает третье место среди областных центров по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух в расчете на одного жителя после Гродно и Могилева.

Таблица 2

**Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на одного жителя
в областных центрах Республики Беларусь за 2011 – 2014 гг.**

Областные центры	Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в расчете на одного жителя, кг			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Брест	9	11	11	10
Витебск	14	13	10	10
Гомель	18	18	14	16
Гродно	31	34	30	28
Минск	14	14	13	12
Могилев	19	19	18	15

С учетом расположения промышленных предприятий и производственных комплексов в городе Гомеле и прилегающих территориях территориально можно выделить три крупные промышленные зоны – северную, западную и южную.

Узловыми промышленными предприятиями северной промышленной зоны являются: ОАО «Гомельский завод литья и нормалей»; РУП «Гомсельмаш»; СОАО «Гомелькабель»; ОАО «Ратон»; северная котельная; западной – ОАО «Гомельский радиозавод»; ОАО «Гомельский домостроительный комбинат»; Гомельская ТЭЦ-2; западная котельная; ОАО «Гомельский химический завод»; ОАО «Гомельский завод пусковых двигателей имени П.К. Пономаренко»; ОАО «Гомельский литейный завод «Центролит»; южной – ОАО «Гомельдрев»; ОАО «Завод химических изделий»; ОАО «Гомельское ПО «Кристалл».

Перечисленные промышленные предприятия осуществляют различные виды деятельности и в целом создают определенный уровень атмосферного загрязнения. Однако при этом каждое из них вносит неодинаковый вклад в общее атмосферное загрязнение территории города Гомеля и обеспечивает неоднородную ситуацию по характеру загрязнения окружающей среды как по составу загрязнителей, так и по их концентрации.

Так, промышленные предприятия северной промышленной зоны города характеризуются следующими направлениями деятельности. ОАО «Гомельский завод литья и нормалей» осуществляет производство сельскохозяйственных машин; отливок из чугуна, стали и цветных сплавов; машиностроительного крепежа; литейной оснастки, нестандартного оборудования. В выбросах загрязняющих веществ предприятия значительная доля приходится на оксиды углерода, азота, ароматические углеводороды, неорганическую пыль, оксид железа, аммиак, алканы.

РУП «Гомсельмаш» – один из крупнейших изготовителей сельскохозяйственной техники, входящий в число лидеров мирового рынка комбайнов и других сложных сельхозмашин (зерноуборочные и кормоуборочные комбайны, початкоуборочные и картофелеуборочные комбайны, косилки и т.д.). В результате производственной деятельности в атмосферу города поступает значительное количество оксидов азота, углерода, гидрохлорид, серная кислота, тетрахлорэтилен, неорганическая и древесная пыль, оксид железа.

СОАО «Гомелькабель» специализируется на производстве проводов в эмалированной, бумажной и стекловолоконной изоляциях, в результате чего во внешнюю среду поступают в преобладающих количествах оксиды углерода, бензол, ксилолы, алканы.

ОАО «Ратон» – многопрофильное предприятие, имеющее следующие направления производства: механообрабатывающее (токарная обработка, фрезерование, сверление, протягивание, шлифование; шлицефрезерование); механосборочное; штамповочное; каркасно-сварочное; литейное (литье пластмассовых изделий на термопласт автоматах, литье под давлением из алюминиевых и цинковых сплавов на литейных машинах); гальваническое (цинкование, химическое оксидирование стали, хромирование, никелирование, покрытие «олово-висмут»); оптико-механическое; сборочно-монтажное; деревообрабатывающее. При этом наибольшее количество в выбросах в атмосферу

города приходится на ароматические углеводороды, бутиловый и этиловый спирт, алкены, оксиды углерода.

В северной котельной, являющейся значительным источником поступления углеводородов в атмосферу, сосредоточены основные источники тепла.

В таблицах 3–5 представлены данные по величине стандартного отклонения длины и ширины листовой пластинки исследованных древесных растений, произрастающих в зоне деятельности предприятий трех промышленных зон, а также объемам их выбросов.

Таблица 3

Стандартное отклонение по длине и ширине листовой пластинки древесных растений северной промышленной зоны

Древесные растения	Стандартное отклонение, σ		Объем выбросов загрязняющих веществ, т/год
	длина	ширина	
ОАО «Гомельский завод литья и нормалей»			
клен <i>Acer platanoides</i>	0,69	1,47	230,26
клен канадский <i>Acer saccharum</i>	1,88	1,76	
тополь <i>Populus deltoides</i>	1,38	0,99	
береза <i>Betula pendula</i>	0,56	0,42	
ива <i>Salix alba</i>	0,98	0,46	
граб <i>Carpinus betulus</i>	0,93	0,61	
среднее σ	1,07	0,95	
РУП «Гомсельмаш»			
береза <i>Betula pendula</i>	1,38	0,47	87,81
липа <i>Tilia cordata</i>	0,59	0,40	
среднее σ	0,99	0,44	
СООАО «Гомелькабель»			
тополь <i>Populus deltoides</i>	0,81	0,93	73,64
береза <i>Betula pendula</i>	0,89	0,50	
среднее σ	0,85	0,72	
ОАО «Ратон»			
клен <i>Acer platanoides</i>	1,39	2,16	6,27
тополь <i>Populus deltoides</i>	0,87	0,75	
береза <i>Betula pendula</i>	0,53	0,34	
липа <i>Tilia cordata</i>	1,13	1,24	
среднее σ	0,98	1,12	
северная котельная			
тополь <i>Populus deltoides</i>	0,86	1,58	4,62
среднее σ	0,86	1,58	

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что среди промышленных предприятий северной промышленной зоны наибольший вклад в атмосферное загрязнение города вносит завод литья и нормалей; северная котельная – минимальный. Такие различия в интенсивности техногенного воздействия привели к тому, что на территории северной промышленной зоны среднеквадратическое отклонение ширины листовой пластинки характеризуется тенденцией увеличения от древесных растений, произрастающих в зоне влияния ОАО «Гомельский завод литья и нормалей» (230,26 т/год загрязняющих веществ; $\sigma = 0,95$ по ширине листа) к северной котельной (4,62 т/год загрязняющих веществ; $\sigma = 1,58$ по ширине). Это указывает на то, что в этом регионе на территории предприятий с большим объемом выбросов загрязняющих веществ на формирование ширины листовой пластинки действует стабилизирующий отбор, вызванный таким экологическим напряжением и обеспечивающий накопление частот рассматриваемого параметра в области средних величин. В свою очередь техногенное воздействие ОАО «Ратон» и северной

котельной не оказывает такого влияния на развитие ширины листовой пластинки, что подтверждается величинами изменчивости ширины листа древесных растений.

Что касается длины листовой пластинки, то в данном случае средне-квадратическое отклонение варьирует в противоположном направлении ($\sigma = 1,07$ на территории завода литья и нормалей; $\sigma = 0,86$ – в районе северной котельной). Это свидетельствует о том, что в данном случае длина листовой пластинки не реагирует на степень промышленного влияния и требует дальнейших исследований в этом направлении для выявления причин сложившейся ситуации.

Территория западной промышленной зоны характеризуется совершенно иной картиной относительно степени воздействия промышленных предприятий (таблица 4).

Таблица 4

Стандартное отклонение по длине и ширине листовой пластинки древесных растений западной промышленной зоны

Древесные растения	Стандартное отклонение, σ		Объем выбросов загрязняющих веществ, т/год
	длина	ширина	
ОАО «Гомельский химический завод»			
береза <i>Betula pendula</i>	0,45	0,40	1252,61
среднее σ	0,45	0,40	
ТЭЦ-2			
дуб <i>Quercus robur</i>	1,43	0,92	628,68
среднее σ	1,43	0,92	
ОАО «Гомельский литейный завод «Центролит»			
клен <i>Acer platanoides</i>	1,52	2,10	179,59
тополь <i>Populus deltoides</i>	0,57	0,70	
береза <i>Betula pendula</i>	0,64	0,47	
липа <i>Tilia cordata</i>	0,98	0,79	
среднее σ	0,93	1,02	
ОАО «Гомельский домостроительный комбинат»			
клен <i>Acer platanoides</i>	1,95	2,18	33,52
тополь <i>Populus deltoides</i>	0,82	0,85	
дуб <i>Quercus robur</i>	0,58	0,90	
липа <i>Tilia cordata</i>	0,65	0,77	
среднее σ	1,00	1,18	
Западная котельная			
тополь <i>Populus deltoides</i>	1,26	0,96	11,79
среднее σ	1,26	0,96	
ОАО «Гомельский радиозавод»			
клен <i>Acer platanoides</i>	1,01	1,61	9,41
тополь <i>Populus deltoides</i>	0,81	1,06	
дуб <i>Quercus robur</i>	0,99	1,04	
липа <i>Tilia cordata</i>	0,96	0,39	
среднее σ	0,94	1,03	
ОАО «Гомельский завод пусковых двигателей имени П. К. Пономаренко»			
клен <i>Acer platanoides</i>	1,71	2,09	вещества 1 класса опасности <1,0 кг/год
тополь <i>Populus deltoides</i>	0,77	1,09	
береза <i>Betula pendula</i>	0,55	0,50	
липа <i>Tilia cordata</i>	0,98	0,65	
среднее σ	1,00	1,08	

Основными видами деятельности ОАО «Гомельский радиозавод», расположенного на территории западной промышленной зоны, являются капитальный ремонт и модернизация специальной техники, выпуск промышленного и строительного оборудования, сельскохозяйственной техники. Кроме того, у предприятия имеются широкие технологические возможности для выпуска нестандартного крупногабаритного

оборудования и металлоконструкций. В результате своей производственной деятельности радиозавод обеспечивает атмосферу города значительными количествами оксида углерода, гидрохлорида, ароматических углеводородов, пыли, этилового спирта, ацетона.

ОАО «Гомельский домостроительный комбинат» специализируется на строительстве многоэтажных жилых домов, индивидуальных домов усадебного типа, выпуске элементов инженерных сетей и благоустройстве. При этом окружающая среда загрязняется оксидами азота, ксилолами, пылью, алканами.

Гомельская ТЭЦ-2 является крупнейшим источником углеводородов, оксидов азота, бенз(а)пирена. При этом хозяйственный комплекс Гомельской области обеспечивается энергией, а промышленные предприятия, селитебная и рекреационная зона Гомеля – теплом.

Областью деятельности химического завода является производство удобрений и отдельных химических соединений. В атмосферных выбросах предприятия преобладают оксиды серы, фтористые газообразные соединения, аммиак, пыль.

ОАО «Гомельский завод пусковых двигателей имени П. К. Пономаренко» входит в состав Холдинга Минский Моторный Завод. Основным видом деятельности предприятия является производство запасных частей и узлов к дизельным двигателям, производство и реализация пусковых двигателей, редукторов, запасных частей к ним, сварочных электродов. Объем данного производства в настоящее время характеризуется незначительными выбросами загрязняющих вещества (по веществам 1 класса опасности – менее 1 кг в год).

ОАО «Гомельский литейный завод «Центролит» – крупнейшее предприятие Беларуси, специализирующееся на производстве литых изделий из серого и высокопрочного чугуна и являющееся источником оксида углерода, ароматических углеводородов, пыли, алканов, алкенов, этилацетата, оксида железа, пропилового спирта.

Как видно из данных таблицы 4, западная промышленная зона города Гомеля подвергается более интенсивному техногенному воздействию выбросов загрязняющих веществ промышленных предприятий по сравнению с северной зоной. Возможно, это явилось причиной того, что величина среднеквадратического отклонения как длины, так и ширины листовой пластинки исследованных древесных растений достаточно четко и резко увеличивается в обоих случаях в направлении от территории химического завода (1252,61 т/год загрязняющих веществ; $\sigma = 0,45$ по длине листа, $\sigma = 0,40$ по ширине листа) к радиозаводу и заводу пусковых двигателей (9,41 т/год, $\sigma = 0,94$ по длине листа, $\sigma = 1,03$ по ширине листа; вещества 1 класса опасности <1,0 кг/год; $\sigma = 1,0$ по длине листа, $\sigma = 1,08$ по ширине листа). В этом случае экологическое напряжение в виде выбросов химического завода, ТЭЦ-2, Центролита проявляется в виде стабилизирующего отбора, обеспечивающего концентрацию отдельных значений обоих параметров (длина и ширина листа) в области средних величин.

Южная промышленная зона Гомеля отличается небольшим количеством промышленных предприятий, однако по уровню промышленного влияния она занимает второе место после западной промышленной зоны (таблица 5).

Основная продукция ОАО «Гомельдрев» – это корпусная мебель из натуральной древесины и древесных материалов с использованием экологически чистых материалов, высококачественных комплектующих и фурнитуры ведущих мировых изготовителей. С учетом специфики предприятия в выбросах значительное количество приходится на древесную пыль, оксиды углерода, аммиак, алканы, ксилолы, толуол, этанол, ацетон, бутанол.

ЗАО «Завод химических изделий» осуществляет производство резино-технических изделий, одеял с различными наполнителями. Несмотря на достаточно узкий производственный процесс, в атмосферу города поступает большое количество серы, оксидов углерода, ароматических углеводородов, пыли, алканов, алкенов.

ОАО «Гомельское ПО «Кристалл» является ведущим в Республике Беларусь изготовителем ювелирных изделий, бриллиантов и алмазного инструмента. Так же

как для завода пусковых двигателей, для этого производства в настоящее время отмечается незначительный объем выбросов загрязняющих вещества (по веществам 1 класса опасности – менее 1 кг в год).

Таблица 5

Стандартное отклонение по длине и ширине листовой пластинки древесных растений южной промышленной зоны

Древесные растения	Стандартное отклонение, σ		Объем выбросов загрязняющих веществ, т/год
	длина	ширина	
ОАО «Гомельдрев»			
тополь <i>Populus deltoides</i>	0,74	0,57	462,05
среднее σ	0,74	0,57	
ОАО «Завод химических изделий»			
береза <i>Betula pendula</i>	0,48	0,40	44,63
липа <i>Tilia cordata</i>	0,85	0,74	
дуб <i>Quercus robur</i>	1,04	1,06	
среднее σ	0,79	0,73	
ОАО «Гомельское ПО «Кристалл»			
клен <i>Acer platanoides</i>	1,38	2,0	вещества 1 класса опасности <1,0 кг/год
береза <i>Betula pendula</i>	0,44	0,24	
липа <i>Tilia cordata</i>	0,74	0,93	
ива <i>Salix alba</i>	0,83	0,67	
среднее σ	0,80	1,0	

Характер изменения величины среднеквадратического отклонения длины и ширины листовой пластинки рассматриваемых древесных растений – аналогичен территории западной промышленной зоны и связан с ростом изменчивости морфологических параметров от ОАО «Гомельдрев» (426,05 т/год загрязняющих веществ; $\sigma = 0,74$ по длине листа, $\sigma = 0,57$ по ширине листа) к заводу ювелирных изделий «Кристалл» (вещества 1 класса опасности <1,0 кг/год; $\sigma = 0,80$ по длине листа, $\sigma = 1,0$ по ширине листа). Это подтверждает возможность использования среднеквадратического отклонения величины морфологических параметров листовой пластинки древесных растений с целью индицирования уровня техногенного воздействия на урбанизированных территориях.

ВЫВОДЫ

1. Результаты исследований интенсивности техногенного воздействия промышленных предприятий города Гомеля свидетельствуют о том, что по степени снижения вклада в атмосферное загрязнение города промышленные предприятия располагаются следующим образом: западная промышленная зона – южная промышленная зона – северная промышленная зона.

2. Интенсивность техногенного воздействия различных промышленных предприятий в пределах каждой промышленной зоны неодинакова, что является причиной различной реакции изменчивости морфологических параметров древесных растений на это воздействие.

3. На основании использования величины среднеквадратического отклонения установлено, что на территории западной и южной промышленной зон, характеризующихся достаточно мощным влиянием на состояние атмосферного воздуха города Гомеля, формирование длины и ширины листовой пластинки в большей степени зависит от уровня техногенного воздействия химического завода, ТЭЦ-2, Центролита, а также ОАО «Гомельдрев» по сравнению с остальными предприятиями, что следует учитывать при дальнейшем совершенствовании методов контроля за состоянием городской среды.

* * *

Автор статьи выражает искреннюю благодарность доктору географических наук, профессору кафедры почвоведения и земельных информационных систем Белорусского государственного университета Н. К. Чертко за помощь в подготовке материала статьи к публикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

Godovoi obzor sostoyania zagryaznenia atmosfernogo vozduha v gorode Gomele za 2014 god [The annual review of atmospheric air pollution state in Gomel city for 2014], Gomel (in Russian).

Esenzholova, A. Z., 2013. Lietya drevesnih i kustarnikovih rasteniy kak bioindikator sostoyaniya okruzhayushchey sredy gorodov Vostochnogo, Severnogo i Chentralnogo Kazakhstana [Leaves of wood and shrubby plants as bioindicators of environment state of East, Northern and Central Kazakhstan the cities], Novosibirsk (in Russian).

Glukhov, O. Z., Prokhorov, S. I., Derevyanska, G. G., Harhota, G. I., 2009. Spontannaya flora parkov i skverov technogenogo megapolisa Donetsk-Makiivka [Spontaneous flora squares and parks techno megalopolis Donetsk-Makiivka], Problems of Ecology and technogenic nature protection region, 9, 30–36 (in Ukrainian).

Green Michael, J., How Ric, Padmaal, U. K., 2009. The importance of monotiring biological diversity and its application in Sri Lanka, Trop. Ecol., 1, 41–56 (in English).

Hikmatullina, G. R., 2013. Sravnenie morfologicheskikh priznakov lista Betula Pendula v usloviyakh urbanosredi [Comparison of morphological features of the sheet Betula Pendula in the conditions of an urbanosreda], Bulletin of the Udmurt university, 2, 48–56.

Hikmatullina, G. R., 2013. Sravnitelnyy analiz morfologicheskikh parametrov listev drevesnich rasteniy v usloviyakh urbanizirovannoy sredi [The comparative analysis of wood plants leaves morphological parameters in the conditions of the urbanized environment], Kazan (in Russian).

Hlebova, L. P., Ereshchenko, O. V., Kuznetsov, L. A., 2014. Sravnenie morfologicheskikh priznakov lista vyunka polevogo (Convolvulus arvensis L.) v usloviyakh gorodckoy sredi [Comparison of morphological features of bindweed field leaf (Convolvulus arvensis L.) in the conditions of an urban environment], News of the Altai state university, 3, 96–99 (in Russian).

Mazurkin, P. M., Semenova, D. V., 2003. Sposob sravnitelnoy indikatsii po flukturiruyushey assimetrii listev berezi

[A way of comparative indication on the fluctuating asymmetry of birch leaves] [Electronic resource], access mode: <http://www.freepatent.ru> (in Russian).

Neverova, O. A., Bykov, A. A., 2005. Sposob opredeleniya stepeni zagrazneniya atmosfery serosoderzhashimi soedineniyami gorodskikh i prilegashchikh k nim territoriy metodom fitoindikatsii [A way of definition of atmosphere pollution extent sulfur-containing connections of the city and adjoining to them territories by a phytoindication method], [Electronic resource], access mode: <http://www.freepatent.ru> (in Russian).

Neverova, O. A. 2009. Primenenie fitoindikatsii v otsenke zagryazneniya okruzhayushchey sredy [Application of phytoindication in an assessment of environmental pollution], Biosphere, 1, 82–92 (in Russian).

Qu Wen-yi, Hu Chun-kui, 2012. Xibei nonglin keji daxue xuebao. Ziran kexue ban [Contact colors of the leaves of plants and ecological parameters of the environment, specifies a method for wireless communications], J. Northwest A&F Univ. Nat. Sci. Ed., 7, 221–228 (in Chinese).

Ramazanova, Z. R., 2012. Adaptivniye strukturno-funktsionalnie osobennosti pobegov drevesnich rasteniy v usloviyakh g. Makhachkala [Adaptive structurally functional features of escapes of wood plants in the Makhachkala conditions], Makhachkala (in Russian).

Tyulkova, E. G., 2011. Kharakter i zakonomernosti nakopleniya tyazhelikh metallov v organakh i tkanakh ptits [Harakter and regularities of heavy metals accumulation in bodies and tissues of birds], Minsk (in Russian).

Ziyatdinova, K. Z., Urazgildin, R. V., Denisova, A. V., 2012. Morfologiya listev i pobegov duba tchereschatogo (Quercus robur L.) v usloviyakh zagryazneniya okruzhayushchey sredy (na primere Ufimskogo promischlennogo tsentra) [Morfologiya of leaves and escapes of an oak of chereschaty (Quercus robur L.) in the conditions of environmental pollution (on the example of Ufa industrial center)], News of the Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences, 1 (6), 1466–1469 (in Russian).

Стаття надійшла в редакцію: 01.10.2015

Рекомендує до друку: д-р геогр. наук, проф. М. К. Чертко